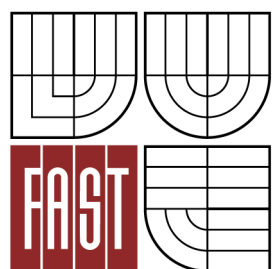




# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

## PRESYPANÝ MOST

BURIED BRIDGE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

MARTIN SKURČÁK

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. JOSEF PANÁČEK

BRNO 2015



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	B3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav betonových a zděných konstrukcí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Student** Martin Skurčák

**Název** Presypaný most

**Vedoucí bakalářské práce** Ing. Josef Panáček

**Datum zadání  
bakalářské práce** 30. 11. 2014

**Datum odevzdání  
bakalářské práce** 29. 5. 2015

V Brně dne 30. 11. 2014

.....  
prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.  
Vedoucí ústavu

.....  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## Podklady a literatura

Podklady:

Situace, příčný a podélný řez, geotechnické poměry.

Základní normy:

ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů.

ČSN 73 6214 Navrhování betonových mostních konstrukcí.

ČSN EN 1990 včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí.

ČSN EN 1991-2: Zatížení mostů dopravou.

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

ČSN EN 1992-2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady.

Literatura doporučená vedoucím bakalářské práce.

## Zásady pro vypracování

Oproti stávajícímu mostnímu objektu o jednom poli vypracujte dvě až tři studie pro nový most včetně jejich zhodnocení.

V práci se dále zaměřte na návrh přesýpané betonové monolitické konstrukce. Světlost mostního otvoru můžete upravit.

Dimenzování proveďte podle EN, ČSN a pokynů vedoucího bakalářské práce.

Ostatní úpravy provádějte pouze se souhlasem vedoucího bakalářské práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Podklady, studie a vizualizace

P2. Přehledné a podrobné výkresy zvoleného návrhu mostu

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím bakalářské práce)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x)

Popisný soubor závěrečné práce (1x)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě dle směrnic a na CD (1x).

## Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....

Ing. Josef Panáček

Vedoucí bakalářské práce

## **Abstrakt**

Táto bakalárska práca sa zaoberá návrhom presypanej rámovej betónovej monolitckej mostnej konštrukcie cestného mostu na ceste I/9 medzi obcami Vehlovice a Liběchov. Primárnou funkciou mosta je previesť dopravu ponad priekopu. Sú navrhnuté tri varianty presypané betónové monolitické konštrukcie. Práca obsahuje statické riešenie jednej z variant a výkresovú dokumentáciu vybrané varianty.

## **Klíčová slova**

most, rámový most, presypaný most , statický výpočet, výkresová dokumentácia

## **Abstract**

This bachelor thesis is focused on design buried frame monolithic road bridge. The bridge is situated on Road I/9 between village Vehlovice and Liběchov. The primary function of bridge is crossing moat. There are three preliminary versions designed, buried monolithic road bridge. The project includes statical analysis and drawing documentation.

## **Keywords**

bridge, frame bridge, buried bridge, statical analysis, drawing documentation



# PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

## Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 27.5.2015

.....  
podpis autora

Martin Skurčák

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27.5.2015

*Skurčák*

podpis autora

Martin Skurčák

Podakovanie: Rád by som poďakoval vedúcemu práce Ing. Josefovi Panáčkovi za veľkou ochotu a plno cenných rad pri zapracovávaní bakalárskej práce. Ďalej by som poďakoval rodine za podporu počas štúdia a spolužiakom, ktorí tiež boli zdrojom skvelých rad pri písaní práce.



## OBSAH

1	ÚVOD .....	9
2	SPRIEVODNÁ A TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	10
2.1	Všeobecná časť.....	11
2.2	Most a jeho umiestnení .....	12
2.3	Varianty nosné konštrukcie.....	12
2.4	Stavebne – technické riešenie.....	13
2.5	Statické riešenie.....	14
2.6	Materiál.....	14
2.7	Postup a technológia výstavby, obmedzenie prevozu.....	15
2.8	Vplyv stavby na životné prostredie.....	15
3	ZÁVER .....	16
4	ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV.....	16
5	ZOZNAM PRÍLOH TEXTOVEJ ČÁSTI .....	17

# 1 ÚVOD

Cieľom bakalárskej práce je návrh jednopólového ŽB monolitického rámového presypaného mostu cez priekopu pri obci Vehlovice. Nosná konštrukcia je z rámovej, železo-betónovej, monolitické konštrukcie .

Boli navrhnuté tri varianty, pričom pre návrh bola vybraná varianta rámového presypaného ŽB monolitické konštrukcie s čelnými stenami a s nábehmi v doske rámu . Výpočet bol prevedený v programe Scia Engineer .Konštrukcia bola modelovaná ako dosko-stena.

Pro zefektívnení a zrýchlení práce je snaha časti posudku programovať v prostredí MS Excel.

Výkresová dokumentácia a vizualizácie budú spracované v programe AutoCAD 2015.

## 2 SPRIEVODNA A TECHNICKÁ SPRÁVA

### 2.1 Všeobecná časť

#### 2.1.1 Identifikační údaje mostu

Stavba:	Betónový jednopólový presypaný rámový , železobetonový, monolitický objekt.
Názov:	Most cez priepasť v obci Vehlovice
Evidenční číslo mostu:	9-020
Predmet premostenia:	Priekopa v obci Vehlovice
Cesta:	I/9, km 29,592
Katastrální obec:	Vehlovice
Kraj:	Stredočeský
Okres:	Mělník
Správca:	ŘSD ČR ; správa Praha

#### 2.1.2 Základní údaje o moste

Počet otvoru:	1
Dĺžka premostenia:	8,000 m
Dĺžka mostu:	27,000 m
Dĺžka nosné konštrukcie:	9,000 m
Rozpätie nosné konštrukcie:	8,5 m
Šírka vozovky:	9,5 m , S9,5
Voľná šírka mostu:	8,000 m
Šírka mostu:	11,100 m
Šírka rámu :	10,6 m
Výška rámu :	6,765m
Voľná výška pod mostom :	5,176 m
Výška ľavej čelnej steny :	10,261 m
Výška pravej čelnej steny :	10,024 m
Sklon nivelety :	0,35 % ( napojení na komunikácie )
Kříženie komunikácie a priekopy je kolmé :	$\alpha = 90^\circ$
Zaťaženie mostu:	zaťažovacia skupina 1 (dle ČSN EN 1991-2)
Opory:	2

## 2.2 Most a jeho umiestnenie

### 2.2.1 Charakter prevadené komunikácie a prekážky

Prevadená komunikácia I/9 odpovedá kategórii S9,5, komunikácia je v obluku R1200, most je umiestnený v prechodnici. V pozdĺžnom smere komunikácia klesá v sklonu 0,35 %, priečny sklon je jednostranný 2,5 %. Po obidvoch stranách komunikácie sú mostné rímasy šírky 0,8 m rovnakého pozdĺžneho sklonu ako príľahlá komunikácia. Priečny sklon ríms 4,0 % smeruje ku komunikácii.. Zábradelné zvodidlo ZSNH4/H2

ŠÍRKOVÉ USPORIADANIE KOMUNIKÁCIE NA MOSTE :

Betónová rímsa ľavá 0,800 m

Kategória S9,5

Betónová rímsa pravá 0,800 m

Celkom 11,100 m

### 2.2.2 Územné podmienky

Most je vedený extravilánom obce Vehlovice. Je to jediná hlavná spojnice obci Vehlovice a Liběchov. Prevadená komunikácia je v obluku R 1200 m.

### 2.2.3 Geologické a hydrogeologické podmienky

Podľa informácií z prieskumných vrtov bola zistená nasledujúca skladba podložia. Na povrchu je vrstva spraše 0,30 m, ďalej nasleduje spevnený pieskovec.

### 2.2.4 Inžinierske siete v obvode staveniska

Cez most je vedený elektrický kábel nadzemného vedenia 0,4 KV ČEZ.

Pred mostom je vedený kábel ČD Telematika

## 2.3 Varianty nosné konštrukcie

### 2.3.1 Varianta A

Varianta A - Most je prevedený ako jednopólový ŽB rámový presypaný objekt. Vzhľadom k výške nadnásypu a konfigurácii terénu je zväčšená šírka rámu kvôli svahovaniu presypávky na ktorej sú prevedené vrstvy vozovky. V tejto variante som nenavrhnul rovnobežná krídla, ale zemina bude svahovaná. Navrhnuté sú iba kolmé monolitické svahové krídla. Táto varianta je výhodná, že so svahovaním presypávky pozitívne zapadá do prostredia. Nevýhoda je veľká šírka rámu.

### 2.3.2 Varianta B

Varianta B - Most je prevedená ako jednopólový ŽB rámový presypaný objekt. Vzhľadom k výške nadnásypu a konfigurácii terénu sú v tejto variante navrhnuté rovnobežná krídla prevedené z betónových tvárnic a presypávka nosnej konštrukcie medzi krídlami je navrhnutá z armovanej zeminy. Na nosnú konštrukciu nadväzujú kolmé monolitické svahové krídla. Výhoda tejto varianty oproti predchádzajúcej je v menšej šírke rámu. Nevýhoda je v nutnosti použitia armovanej zeminy a dlhšia doba výstavby v dôsledku prevedenia rovnobežných krídiel z betónových tvárnic a ukladania armovanej zeminy.

### 2.3.3 Varianta C

Riešenou Variantou je varianta C - Most je prevedený ako ŽB monolitický jednopólový rámový presýpaný objekt s nábehmi . Vzhľadom k výške nadnásypu a konfigurácii terénu sú v tejto variante navrhnuté rovnobežné krídla a čelné steny prevedené z monolitického železo betonu čím bude kratšia doba výstavby oproti murovanej čelnej stene a bude aj zaručená väčšia únosnosť rovnobežných krídel a čelnej steny . Presypávka nosnej konštrukcie medzi krídlami v tejto variante nie je navrhnutá z armovanej zeminy . Na nosnú konštrukciu nadväzujú kolmé monolitické svahové krídla . Výhoda tejto varianty oproti predchádzajúcim variantám je v oveľa menšej šírke rámu . A v rýchlosti výstavby a vo väčšej únosnosti rámu.

Priečne a pozdĺžne rezy všetkých variant sú súčasťou prílohy P1.

## 2.4 Stavebne – technické riešenie

### 2.4.1 Zemné práce

Pred zahájením práce bude odstránená ornica do výšky 150 mm, ktorá bude skladovaná na stavbe a pri dokončovacích prácach bude použitá na úpravu násypu. Stavebná jama bude náležite svahovaná a odvodňovaná podľa geotechnických zásad, vyťažená zemina bude skladovaná a použitá pro zásypy opôr . Zásypy budú urobené z nenámrzavou zeminou a budú náležite zhutnené.

### 2.4.2 Založenie – Základ mostu

Hĺbka založenia opôr - stien bola ponechaná ako u stávajúceho stavu. Opory – stena rámu stojí na základoch z betónu C35/45 – XF1 a ten je založený na hutnenom štrkovom vankúši výšky. 500 mm , frakcie 0 -32 mm , Na ID =085 . Rozmery ŽB monolitického základu viz. výkres základu. Výška základového pásu 0,85 m z betónu C35/45- XF1

### 2.4.3 Nosná konštrukcie

Hlavnú nosnú konštrukciu tvorí monolitický ŽB jednopólový rámový objekt C40/50, stupeň prostredia XF2 . Steny rámu majú hrúbku 500mm a sú votknuté do základu . Kolmo do stien rámu sú votknuté čelné steny hrúbky 500 mm . Posunu stien rámu/opôr mostu a základu od zeminy je zabránené ŽB rozperami . Horná konštrukcia rámu - doska je tvorená s nábehmi a je v strechovitom sklone 2 % . Do dosky rámu sú votknuté čelné steny hrúbky 500 mm

### 2.4.4 Mostní záver

Nie je uvažované

### 2.4.5 Skladba vozovky

Asfaltový betón pro obrusné vrstvy ACO 11+ 45 mm ČSN EN 13180-1 Spojovací postrek asfaltovou emulziou 0,20 kg/m<sup>2</sup> ČSN 73 6121 Asfaltový betón pre ložné vrstvy ACL 16+ 60 mm ČSN EN 13180-1 Infiltračný postrek 0,20 kg/m<sup>2</sup> . ŠD 18/32 200 MM ; . ŠD 18/32 200 MM Celkom 585 mm Skladba vozovky odpovedá intenzite dopravy na moste.

### 2.4.6 Rímasy

Po obidvoch stranách mostu boli navrhnuté rímasy z betónu C30/37, trieda prostredia XF4. Na monolitické rímasy je kotvené zábradlie. Šírka rímasy je 0,80 m . Previsla časť rímasy je vysoká 0,650 m a dĺžka vystupujúcej časti rímasy je 0,25 m. Sklon rímasy je 4 % . Výška odrazného obrubníku je min 0,120 m.

### 2.4.7 Záchytný systém

Na rímsach je záchytný systém ZSNH4/H2 spolu so zvislou výplňou a záchytný systém pokračuje aj v oblasti za a pred mostom.

### 2.4.8 Odvodnenie

Pozdĺžny sklon mostu je 0,305 % pre nevážnosť na napojenie na existujúcu vozovku v celom úseku je vozovka jednostranne sklonená . V priečnom sklone je voda odvedená z komunikácie i chodníku do priestoru spevnenej krajnice, pozdĺžnom smere do skluzu za mostom. Prípadne môže byť na odvodnenie komunikácie v pozdĺžnom smere použitý odvodňovací polymerbetonový žlab s integrovanou ochrannou litinovou hranou a so spádovaným dnom (SYSTÉM MEADRAIN - EN 1500 ).

### 2.4.9 Úpravy okolo mostu

Terén v okolí mostu je svaňovaný so sklonom 1:2,5 Svahy sú ohumusávané výšky 150 mm a zasiate trávou . Oblasť pod mostom je spevnená lomovým kameňom zasadeného do betónovej lôže celkove výšky 200 -300 mm. Do tejto spevnenej oblasti je vyústený skluz z betónových tvárnic ako súčasť odvodnenia vozovky na moste

#### 2.4.10 Zvláštne zariadenia na moste

Na moste nie sú žiadne zvláštne zariadenia .

## 2.5 Statické riešenie

V projekte bola staticky riešená varianta 3 – Rámová presypaná ŽB monolitická konštrukcia s čelnými stenami. Výpočet vnútorných síl bol urobený v programe SCIA, aposudky boli počítané ručne a v programe MS Excel. Modelom bola dosko-stena s nábehmi viz statický výpočet. Model konštrukcie bol zjednodušený, sklony dosky boli zanedbané. Doska bola modelovaná s nábehmi. Konštrukcia bola votknutá .Vodorovné sily v základové špáre potom boli zachytené ŽB rozperou. Zaťaženie konštrukcie bolo podľa Eurokódu. Roznos zaťaženia bol urobený do strednice. Pre zaťaženie od dopravy bolo počítané s náhradnou plochou pre roznos zaťaženia. Roznos zaťaženia zeminou je pod uhlom 30° , zemina je dobre skonsolidovaná.

Podrobnejšie informácie sú v Statickom výpočte, príloha P3.

## 2.6 Materiál

### 2.6.1 Beton

Boli použité rôzne triedy betónu, u každej časti mostu vždy popísane (v sprievodní správe a vo výkresoch).

### 2.6.2 Betonárska výstuž

Typ výstuže je B500B, profily podľa statického výpočtu. Krytie betonárskej výstuže u jednotlivých konštrukcií je popísane vo výkresoch.

## **2.7 Postup a technológia výstavby, obmedzenie prevozu**

Pri výstavbe mostu bude zriadená objazdená trasa v dĺžke 13,7 km . Lebo je to jediný most spájajúci Vehlovice a Liběchov .

### **2.7.1 Postup výstavby:**

- Demolácia existujúceho objektu
- Úprava základových spár
- Príprava bednenia a betonáž základu a rozpery
- Príprava bednenia a betonáž opôr/steny a čelnej steny po dosku rámu
- Príprava bednenia a betonáž čelnej steny a dosky rámu
- Príprava bednenia a betonáž dilatovaných krídiel rovnobežných a kolmých dilatovaných svahových krídiel  
A betonáž čelnej steny.
- Izolácia opôr, steny , základu , čelných stien a dosky
- Príprava bednenia a betonáž mostných ríms
- Urobenie drenáže a odvodnenie stien
- Zasypanie a zhutnenie priestoru za stenami
- Urobenie presypávky a zhutnenie zeminy na nosné konštrukcii
- Prevedení jednotlivých vrstiev vozovky a osadenie záchytného systému
- Úprava terénu pod mostom a v okolí mostu
- Dokončovacie práce
- Uvedení do prevozu

## **2.8 Vplyv stavby na životné prostredie**

Pri úniku látok (pohonné hmoty, oleje, beton atď.) nesmie dôjsť k ich rozšíreniu do okolia (riek..) Pri nehode musí byť neodkladne a v čo najkratšom čase podniknuté predpísané opatrenia podľa predpisov.

### 3 ZÁVER

V rámci bakalárskej práce boli prvej navrhnuté 3 varianty riešenia namiesto existujúceho mostného objektu. Vybranou variantou bola rámová presypaná ŽB monolitická konštrukcia s čelnými stenami a kolmými svahovými krídlami. Most bol navrhnutý kolmý na smer kríženia s priekopou . Boli zapracované prehľadné a podrobné výkresy zvolenej varianty a vizualizácie. Už pri zadaní bakalárskej práce mi bolo jasné, že prvý most, ktorý človek navrhne, nebude hneď najlepší. Ale získané poznatky z tohoto prvého návrhu sú veľmi cenné a určite ich využijem ďalej.

### 4 SOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů.

ČSN 73 6214 Navrhování betonových mostních konstrukcí.

ČSN EN 1990 včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí.

ČSN EN 1991-2: Zatížení mostů dopravou.

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

ČSN EN 1992-2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady.

Betonové Mosty I – prednášky ä Ing.Radim Nečas, Ph.D.

TSK: Beton – Mostní konstrukce, 4/2013 ČKAIT: Navrhování mostních konstrukcí podle Eurokódů,

Stránky :

<http://www.fce.vutbr.cz/bzk/svarickova.i/pdf/bl01/tabulky.pdf>

[www.ronn.cz](http://www.ronn.cz)

<http://www.zsnh4.cz/svodidlo-mostni.php>

[http://www.zsnh4.cz/mostni/12\\_ZSNH4-H2.pdf](http://www.zsnh4.cz/mostni/12_ZSNH4-H2.pdf)

[http://concrete.fsv.cvut.cz/~smejkal/YMVB\\_5\\_Steny-Rohy.pdf](http://concrete.fsv.cvut.cz/~smejkal/YMVB_5_Steny-Rohy.pdf)

[www.geofond.cz](http://www.geofond.cz)

[http://www.fce.vutbr.cz/BZK/studenti/BL01/BL01\\_skripta.pdf](http://www.fce.vutbr.cz/BZK/studenti/BL01/BL01_skripta.pdf)



## 5 ZOZNAM PRÍLOH TEXTOVEJ ČASTI

### P1 – Podklady, studie a vizualizace

Podklady	4 A4 1:200
Studie:	
1.1 Varianta A	3 A4 1:00
1.2 Varianta B	3 A4 1:100
1.3 Varianta C	4 A4 1:100
Vizualizácia	6 A4

### P2 – Prehľadné a podrobné výkresy zvoleného návrhu

2.1 Pôdorys	4 A4 1:120
2.2 Pozdĺžny rez A-A	4 A4 1:50
2.3 Pohľad na čelnú stenu	3 A4 1:100
2.4 Priečny rez B-B	4 A4 1:50
2.5 Priečny rez C-C	4 A4 1:50
3.1 Výkres výstuže základu a rozpěry	12 A4 1:25 / 1:50
3.2 Výkres výstuže opory - stěny	12 A4 1:25
3.3 Výkres výstuže Dosky – Pôdorys dolnej výstuže	8 A4 1:25
3.4 Výkres výstuže Dosky – Pôdorys hornej výstuže	8 A4 1:25
3.5 Výkres výstuže – Rez E - E ; Rez D - D - Rámom	14 A4 1:25
3.6 Výkres výstuže Čelnej steny	21 A4 1:25

P3 – Statický výpočet	106 A4
-----------------------	--------